

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-161704  
(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.Cl. H01J 37/08  
H01J 27/16  
H01J 37/317

(21) Application number : 07-338312

(22) Date of filing : 01.12.1995

(71)Applicant : NISSIN ELECTRIC CO LTD

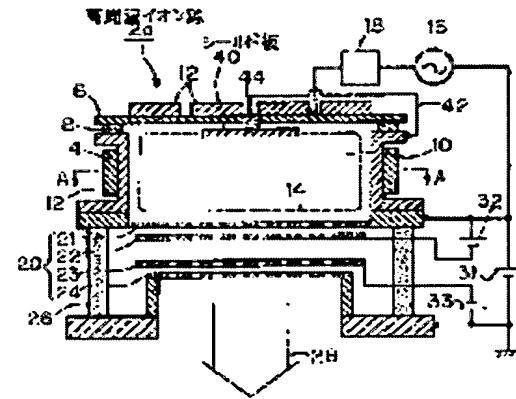
(72)Inventor : ANDO YASUNORI  
INAMI HIROSHI  
MATUDA YASUHIRO

#### (54) HIGH-FREQUENCY ION SOURCE

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the homogeneity of a plasma and the homogeneity of an ion beam by providing a shield plate having the same potential as that of a plasma chamber container in a plasma chamber concentrically and in parallel with a high-frequency electrode near it.

**SOLUTION:** A shield plate 40 having the same potential as that of a plasma chamber container 4 is provided concentrically and nearly in parallel with a high-frequency electrode 6 near it at the upper section of a plasma chamber 10 in a high-frequency ion source 2a. No high-frequency electric field is generated near the lower side of the shield plate 40, i.e., near the center section in the plasma chamber 10. A high-frequency electric field is concentrated near the peripheral section of the shield plate 40, i.e., near the peripheral section in the plasma chamber 10, the equipotential surface is expanded to an electrode system 20 side, and gas can be concentratively ionized around it. Plasma 14 can be positively generated at the inner peripheral section of the plasma chamber 10, and the homogeneity of the plasma 14, i.e., the homogeneity of an extracted ion beam 28, can be improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3116794

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 J 37/08  
27/16  
37/317

識別記号

府内整理番号

F I  
H 0 1 J 37/08  
27/16  
37/317

技術表示箇所

E

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全7頁)

(21)出願番号

特願平7-338312

(22)出願日

平成7年(1995)12月1日

(71)出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畠町47番地

(72)発明者 安東 靖典

京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日  
新電機株式会社内

(72)発明者 稲実 宏

京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日  
新電機株式会社内

(72)発明者 松田 裕博

京都府京都市右京区梅津高畠町47番地 日  
新電機株式会社内

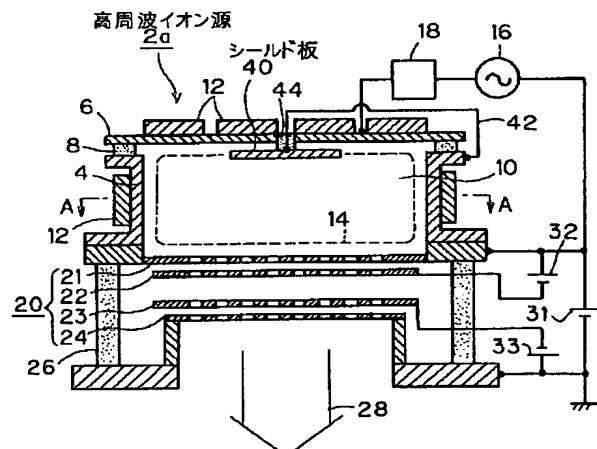
(74)代理人 弁理士 山本 恵二

(54)【発明の名称】 高周波イオン源

(57)【要約】

【課題】 プラズマ室を必要以上に大きくすることなく、プラズマ室内におけるプラズマの均一性ひいてはそこから引き出すイオンビームの均一性を向上させることができる高周波イオン源を提供する。

【解決手段】 円筒状のプラズマ室容器4とその背面部の高周波電極6の内側にプラズマ室10が形成されている。そしてこのプラズマ室10内であって高周波電極6の近傍に、当該高周波電極6にほぼ平行かつほぼ同心状に、円板状をしていてプラズマ室容器4と同電位のシールド板40を設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 筒状のプラズマ室容器と、その背面部の開口部を絶縁碍子を介して蓋をする高周波電極とを有していてこれらの内側にプラズマ室が形成されており、この高周波電極とプラズマ室容器間に高周波電力を供給して高周波放電によって、プラズマ室内に導入されたガスを電離させてプラズマ室内にプラズマを生成し、このプラズマから引出し電極系によってイオンビームを引き出す構成の高周波イオン源において、前記プラズマ室内であって前記高周波電極の近傍に、当該高周波電極にほぼ平行かつほぼ同心状に、前記プラズマ室容器と同電位のシールド板を設けたことを特徴とする高周波イオン源。

【請求項2】 前記プラズマ室容器および高周波電極の外部にほぼ等間隔に、それらの内面付近にほぼ一様な磁場を形成する複数の磁石をそれぞれ配置した請求項1記載の高周波イオン源。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、例えばイオンドーピング装置（非質量分離型のイオン注入装置）等に用いられるものであって、高周波電極を用いたいわゆる容量結合型の高周波イオン源に関し、より具体的には、そのイオンビームの均一性を向上させる手段に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図9は、従来の高周波イオン源の一例をその電源と共に示す断面図である。

【0003】 この高周波イオン源2は、ガスが導入されそれを高周波放電によって電離させてプラズマ14を生成するプラズマ室10と、このプラズマ室10の出口付近に設けられていてプラズマ14から電界の作用でイオンビーム28を引き出す引出し電極系20とを備えている。

【0004】 プラズマ室10は、筒状（例えば円筒状）のプラズマ室容器4と、その背面部（引出し電極系20に対向する部分）の開口部を絶縁碍子8を介して蓋をする板状の高周波電極6とで構成されている。ガスは、この例では引出し電極系20を通して下流側から導入されるが、プラズマ室10に直接導入される場合もある。

【0005】 この例ではプラズマ室容器4が一方の高周波電極を兼ねており、このプラズマ室容器4と高周波電極6との間に整合回路18を介して高周波電源16から、例えば13.56MHzの周波数の高周波電力が供給される。

【0006】 引出し電極系20は、1枚以上、通常は複数枚の電極で構成されている。具体的にはこの例では、最プラズマ側から下流側に向けて配置された第1電極21、第2電極22、第3電極23および第4電極24で構成されている。26は絶縁碍子である。各電極21～24は、この例では複数の孔を有する多孔電極であるが、複数のスリットを有する場合もある。

【0007】 第1電極21は、引き出さイオンビーム28のエネルギーを決める電極であり、加速電源31から接地電位を基準にして正の高電圧が印加される。第2電極22は、第1電極21との間に電位差を生じさせそれによる電界によってプラズマ14からイオンビーム28を引き出す電極であり、引出し電源32から第1電極21の電位を基準にして負の電圧が印加される。第3電極23は、下流側からの電子の逆流を抑制する電極であり、抑制電源33から接地電位を基準にして負の電圧が印加される。第4電極24は接地されている。

【0008】 プラズマ室容器4の外周および高周波電極6の上面には、この例では、プラズマ室10内にプラズマ閉じ込め用の磁場を発生させる複数の永久磁石12が配置されている。

【0009】 上記高周波イオン源2の動作を説明すると、プラズマ室10内に所望のガスを導入し、高周波電極6とプラズマ室容器4間に高周波電源16から高周波電力を供給すると、高周波電極6とプラズマ室容器4間で高周波放電が生じてそれによってガスが電離されてプラズマ14が作られ、このプラズマ14から引出し電極系20によってイオンビーム28が引き出される。

【0010】 引き出されたイオンビーム28は、例えば、質量分離を行うことなくそのまま基板（図示省略）に照射されて、イオン注入（イオンドーピング）等に供される。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】 上記高周波イオン源2から引き出されるイオンビーム28の均一性（即ちイオン電流密度分布の均一性）は、主として、①プラズマ室10内に生成されるプラズマ14の均一性、②引出し電極系20の各電極に設けられた孔の配置および③各孔から出るイオンビームの集束・発散状態によって決まる。

【0012】 ここではプラズマ14の均一性に注目すると、プラズマ14の拡散に伴うプラズマ室内壁での損失がプラズマ14の均一性に大きく影響することを考慮すると、必要なイオンビーム28の大きさよりもプラズマ室10をかなり大きくすることによって、プラズマ14の均一性を改善することは可能である。

【0013】 しかし、基板処理等に必要なイオンビーム28は、近年は非常に大面积化しており、プラズマ室10を更に大きくすることは、次の点で好ましくない。

【0014】 ①プラズマ室10への投入高周波電力が大幅に上昇し、高周波電源16が大型化する。

②プラズマ室10への投入高周波電力の増大に伴って、引出し電極系20を構成する電極等の温度上昇が大きくなり、その冷却能力の向上を必要とする。

③プラズマ室10の大型化に伴って高周波イオン源2全体の重量が増大し、メンテナンス時の作業性が低下する。

④コストアップになる。

【0015】そこでこの発明は、プラズマ室を必要以上に大きくすることなく、プラズマ室内におけるプラズマの均一性ひいてはそこから引き出すイオンビームの均一性を向上させることができる高周波イオン源を提供することを主たる目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明の高周波イオン源は、前記プラズマ室内であって前記高周波電極の近傍に、当該高周波電極にほぼ平行かつほぼ同心状に、前記プラズマ室容器と同電位のシールド板を設けたことを特徴とする。

【0017】上記構成によれば、シールド板はプラズマ室容器と同電位であるので、これを設けることによって、シールド板の下側付近、即ちプラズマ室内の中央部付近には、高周波電界は殆ど生じなくなる。一方、シールド板の周辺部付近、即ちプラズマ室内の周辺部付近には、高周波電界が集中すると共にその等電位面が引出し電極系側にふくらんだ形となり、その辺りにおいてガスを集中的に電離させることができる。その結果、従来構造でプラズマの損失を生じていたプラズマ室内周辺部においてプラズマを積極的に生成することができ、それによつて、プラズマ室を必要以上に大きくすることなく、プラズマ室内におけるプラズマの均一性ひいてはそこから引き出すイオンビームの均一性を向上させることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、この発明に係る高周波イオン源の一例をその電源と共に示す断面図である。図9の従来例と同一または相当する部分には同一符号を付し、以下においては当該従来例との相違点を主に説明する。

【0019】この実施例の高周波イオン源2aにおいては、前述したプラズマ室10内であつてその上部の高周波電極6の近傍に、即ち引出し電極系20を構成する第1電極21に対向する位置に、高周波電極6にほぼ平行かつほぼ同心状に、プラズマ室容器4と同電位のシールド板40を設けている。なお、この明細書において、ほぼ平行には平行を含み、ほぼ同心状には同心状を含む。

【0020】この例では、外部導線42でシールド板40をプラズマ室容器4に電気的に接続して両者を同電位にしている。また、絶縁碍子44でシールド板40をプラズマ室10内に機械的に支持している。ただし、シールド板40をプラズマ室容器4と同電位にする手段およびシールド板40を支持する手段は、この例のものに限定されない。シールド板40と高周波電極6との間に、両者間でブレークダウンが起こらない程度以上の、例えば5~10mm程度の隙間を設けている。

【0021】シールド板40は、プラズマ室10内においてその周辺部付近にできるだけ一様に高周波電界を生じさせるために、その平面形状をプラズマ室容器4の断

面形状と同形状にするのが好ましい。例えば、プラズマ室容器4の断面形状が円形の場合はシールド板40も円形にし、プラズマ室容器4の断面形状が角形の場合はシールド板40も同じ角形にするのが好ましい。

【0022】この高周波イオン源2aにおいては、シールド板40はプラズマ室容器4と同電位であるので、これを設けることによって、シールド板40の下側付近、即ちプラズマ室10内の中央部付近には、高周波電界は殆ど生じなくなる。一方、シールド板40の周辺部付近、即ちプラズマ室10内の周辺部付近には、高周波電界が集中すると共に、その等電位面が引出し電極系20側にふくらんだ形となり、その辺りにおいてガスを集中的に電離させることができる。その結果、従来構造でプラズマ14の損失を生じていたプラズマ室10内周辺部においてプラズマ14を積極的に生成することができ、プラズマ14の均一性ひいてはイオンビーム28の均一性を向上させることができる。

【0023】これを図4を参照してより詳しく説明する。この図は、プラズマ室10内における直流的な視点での電界分布の計算結果を示すものである。従来の高周波イオン源2では、シールド板40がないので等電位面はプラズマ室10内の周辺部上部から中央部に向かってなだらかに広がっていたのであるが、この高周波イオン源2aでは、プラズマ室容器4と同電位のシールド板40を設けたため、図示のように、シールド板40の下側には電界は殆ど生じなくなり、電界はシールド板40の周辺部付近、即ちプラズマ室10内の周辺部11付近に集中し、しかもその等電位面Eは引出し電極系20側に適度にふくらんだ形となる。しかも、シールド板40を高周波電極6とほぼ同心状に、換算すればシールド板40をプラズマ室10内の中心部上部に、かつ高周波電極6にほぼ平行に設けているので、上記周辺部11付近にはその周方向に一様な電界が生じる。高周波電界による交番電界もこれとほぼ同様な分布をするものと考えられる。

【0024】上記周辺部11付近では、上記のようにして電界が集中すると共に、その等電位面Eが引出し電極系20側に適度にふくらんでいて、高周波放電によって生じる電子の走行距離をかせぐことができるので、当該電子によるイオン源ガスの電離作用が非常に活発になり、その辺りに高密度のプラズマ14を生成することができる。即ち、従来の高周波イオン源2においてプラズマ14の損失を生じていたプラズマ室10内周辺部においてプラズマ14を積極的に生成することができる。その結果、プラズマ室10を必要以上に大きくすることなく、プラズマ室10内におけるプラズマ14の均一性ひいてはそこから引き出すイオンビーム28の均一性を向上させることができる。

【0025】更に、イオンビーム28の均一性を向上させることができる結果、イオンビーム28の有効利用を

図ることができる（即ちイオンビーム28の利用効率が向上する）と共に、それを例えれば基板処理に用いる場合、処理基板の特性の均一化を図ることができる。また、プラズマ室10を必要以上に大きくせずに済む結果、高周波イオン源2aの小型化、それ用の電源の低容積化、更にはそれらの低コスト化を図ることができる。

【0026】ところで、プラズマ生成に伴ってイオン源ガスが分解することにより、プラズマ室10の内壁に堆積する膜の一様性が、特にこの膜が電気絶縁性の場合に、プラズマ室10におけるプラズマ14の均一性に影響する。これは、当該膜の表面に帶電が生じ、その電位がプラズマ14の均一性に影響するからである。

【0027】このような状況下において、プラズマ室10の周辺部においてプラズマ14を積極的に生成することだけの目的からは、上記のようなシールド板40を設ける代わりに、例えは、高周波電極6の上面の中央部付近の永久磁石12を省略して、高周波電極6の周辺部付近に集中して磁場を形成することで、上記目的を達成することは一応可能である。そのような磁場を形成すれば、その磁場によって電子が閉じ込められてそこに比較的濃いプラズマが生成されるからである。しかしそのようにすると、例えはイオン源ガスにジボラン（B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>）を使用する場合、プラズマ室10の内壁に堆積するホウ素膜の電気絶縁性は高く、一方、周辺部の磁場の強弱によりその辺りのプラズマ密度に濃淡が生じてホウ素膜の堆積状況に不均一性を生じるため、プラズマ室10の内壁の面内において帶電状態に不均一性を生じ、しかもこれがホウ素膜が堆積するにつれて変化するため、時間的にプラズマの均一性が変化するという不具合が生じる。

【0028】従って、堆積膜の一様性の観点からは、高周波電極6の周辺部付近に集中して磁場を形成するのではなく、プラズマ室10の壁面付近に、即ち高周波電極6およびプラズマ室容器4の内面付近に、磁場を一様に形成するのが好ましい。そのようにすれば、プラズマ室10内に一様なプラズマの閉じ込めが可能になり、膜形成も一様になるため、時間経過に伴うプラズマ均一性の変化を防止することができる。また、イオン源ガスに水素希釈ガスを用いる場合、膜の堆積と水素イオンによる当該膜のエッチングとに平衡状態を生じることで安定したプラズマ状態を生じるが、上述した磁場の有無に伴うプラズマの不均一性がこの平衡状態を乱し、これが原因でプラズマ室内壁の膜に不均一状態が作られ、その結果プラズマが不均一になることがあるが、この点に留しても、上記のように一様な磁場を形成することによって防止することができる。

【0029】そこでこの実施例では、例えは図2に示す例のように、高周波電極6の上面部に、高周波電極6の内面付近にほぼ一様な磁場、より具体的にはほぼ一様なカスプ磁場を形成する複数の永久磁石12を配置すると

共に、例えは図3に示す例のように、プラズマ室容器4の外周部に、プラズマ室容器4の内面付近にほぼ一様な磁場、より具体的にはほぼ一様なカスプ磁場を形成する複数の永久磁石12を配置している。13はその磁力線の一例を示す。そしてこのような一様な磁場形成と、上記シールド板40とを併用している。但し、図示例のような永久磁石12の配置はあくまでも一例であって、それに限定されるものではない。

【0030】このようにすると、シールド板40によって前述したような作用で、プラズマ室10内におけるプラズマ14の均一性を向上させることができ、しかも一様な磁場形成によって前述したような作用で、プラズマ14の均一性に時間的変化を生じること等の不都合を防止することができる。また、当該磁場によって、プラズマ14の閉じ込め効率が向上するので、プラズマ室10内により高密度のプラズマ14を生成することができる。

【0031】また、上記のようにして高周波電極6の内面付近にも一様な磁場を形成すると、その磁場が、上記シールド板40の下側なわちプラズマ14側にまで広がり、この磁場によって、プラズマ14がシールド板40に衝突することを抑制することができるので、シールド板40を設けてもそれが原因によるプラズマ密度の低下を抑制することができる。また、シールド板40に膜が堆積してそれが原因でプラズマ14に不均一性が生じることをも抑制することができる。

【0032】

【実施例】図1～図3に示した構造の高周波イオン源2aにおいて、内径約900mmφ、深さ約250mmの円筒状のプラズマ室10内の上部の中心部に、外径400mmφ、厚さ1mmの円板状のモリブデン製のシールド板40を取り付けた。このシールド板40は、高周波電極6との隙間を10mmにして高周波電極6に平行かつ同心状に取り付けた。そして、イオン源ガスに5%P<sub>H<sub>3</sub></sub>／H<sub>2</sub>ガスを用い、加速電源31および引出し電源32の出力電圧をそれぞれ10kVおよび0.1kVにして引き出した場合のイオンビーム28の均一性（即ちイオン源中心から半径方向のイオン電流密度分布）の測定結果を図5（A）に示す。同図（B）は、シールド板40を設けない以外は上記実施例と同条件下の測定結果を比較例として示す。図中の単位がWの数字は、当該イオン源への投入高周波電力を示す。この図5から、実施例では、比較例に比べて、イオンビーム28の周辺部でのイオン電流密度の低下が少なく、当該周辺部での均一性が著しく向上していることが分かる。

【0033】図6は、図5の測定結果に基づいて、イオン電流密度分布の不均一性=（最大値-最小値）／（最大値+最小値）を、ビーム領域ごとに算出したものであり、ビーム領域が大きくなるほど、比較例に比べて実施例の方が不均一性がより小さくなっている。実施例の均

一性改善効果が高いことが分かる。

【0034】また、イオン源ガスに5% B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> / H<sub>2</sub> ガスを用いて、上記実施例と同様にしてイオンビーム28の均一性を測定した結果を図7 (A) に示し、シールド板40を設けていない比較例を同図 (B) に示す。また、図6の場合と同様にして算出した不均一性を図8に示す。この例の場合も、実施例では、比較例に比べて、イオンビーム28の周辺部での均一性が著しく向上していることが分かる。

【0035】更に、図1～図3に示した構造の高周波イオン源2aにおいて、イオン源ガスを5% PH<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>、5% B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> / H<sub>2</sub> および0.2% B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> / H<sub>2</sub> に切り換えて動作させることを繰り返し行ったが、各イオン源ガスについてのイオンビーム28の均一性に特に変化は観られなかった。これは、プラズマ室10の壁面付近に一様な磁場を形成したことによって、プラズマ室10内におけるプラズマ14の均一性の時間的変化を防止することができたからであると考えられる。

【0036】

【発明の効果】この発明は、上記のとおり構成されているので、次のような効果を奏する。

【0037】請求項1の発明によれば、上記のようなシールド板を設けたことによって、プラズマ室の周辺部に高周波電界が集中すると共にその等電位面が引出し電極系側にふくらんだ形となり、当該周辺部においてガスを集中的に電離させて、従来構造でプラズマの損失を生じていたプラズマ室内周辺部においてプラズマを積極的に生成することができる。その結果、プラズマ室を必要以上に大きくすることなく、プラズマの均一性ひいてはそこから引き出すイオンビームの均一性を向上させることができる。

【0038】更に、イオンビームの均一性を向上させることができる結果、イオンビームの有効利用を図ることができると共に、それを例えれば基板処理に用いる場合、処理基板の特性の均一化を図ることができる。また、プラズマ室を必要以上に大きくせずに済む結果、当該高周波イオン源の小型化、それ用の電源の低容量化、更にはそれらの低コスト化を図ることができる。

【0039】請求項2の発明によれば、上記のような磁石を設けたことによって、プラズマ室の壁面付近にはほぼ一様な磁場を形成することと、請求項1記載のシールド

板とを併用することができるので、プラズマ室内により高密度のプラズマを生成することができると共に、そのプラズマの均一性を高め、かつその均一性の安定性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る高周波イオン源の一例をその電源と共に示す断面図である。

【図2】図1中の高周波イオン源の高周波電極外部の磁石配置の一例をプラズマ室側から見て示す平面図である。

【図3】図1中の高周波イオン源のプラズマ室容器外部の磁石配置の一例を示す横断面図であり、図1中の線A-A断面に相当する。

【図4】図1中の高周波イオン源のプラズマ室内における電界分布の計算結果の一例を示す概略図である。

【図5】5% PH<sub>3</sub> / H<sub>2</sub> ガスを用いた場合のイオンビーム中のイオン電流密度分布の測定結果の例を示す図であり、(A)は実施例の結果を、(B)は比較例の結果をそれぞれ示す。

【図6】図5の測定結果に基づいて、イオン電流密度分布の不均一性を算出した結果を示す図である。

【図7】5% B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> / H<sub>2</sub> ガスを用いた場合のイオンビーム中のイオン電流密度分布の測定結果の例を示す図であり、(A)は実施例の結果を、(B)は比較例の結果をそれぞれ示す。

【図8】図7の測定結果に基づいて、その代表的なものについて、イオン電流密度分布の不均一性を算出した結果を示す図である。

【図9】従来の高周波イオン源の一例をその電源と共に示す断面図である。

【符号の説明】

2a 高周波イオン源

4 プラズマ室容器

6 高周波電極

10 プラズマ室

12 永久磁石

14 プラズマ

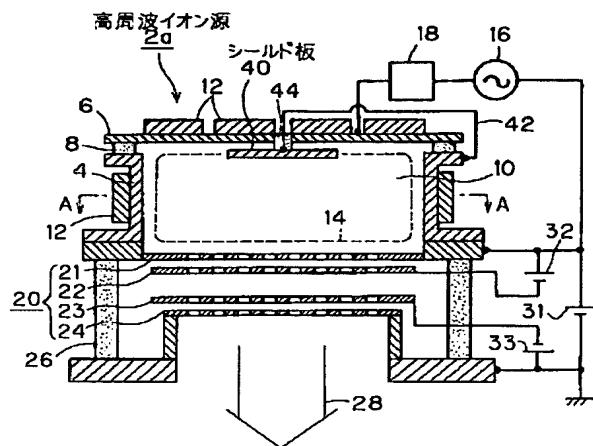
16 高周波電源

20 引出し電極系

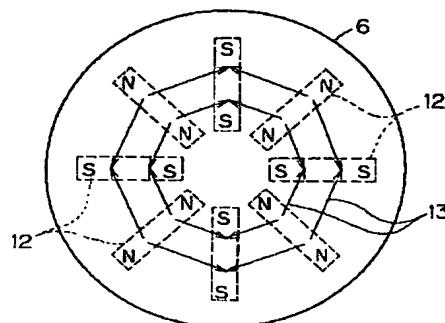
28 イオンビーム

40 シールド板

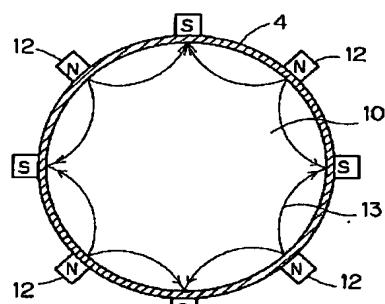
### 【圖 1】



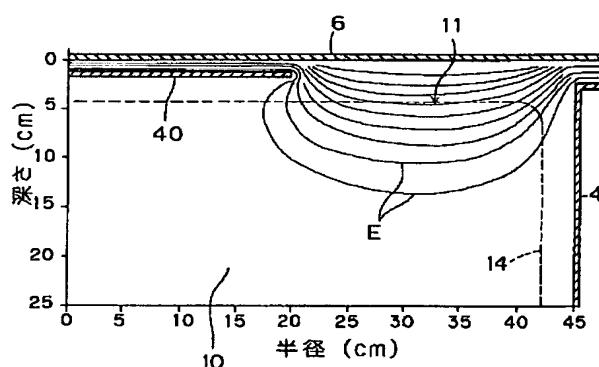
〔四二〕



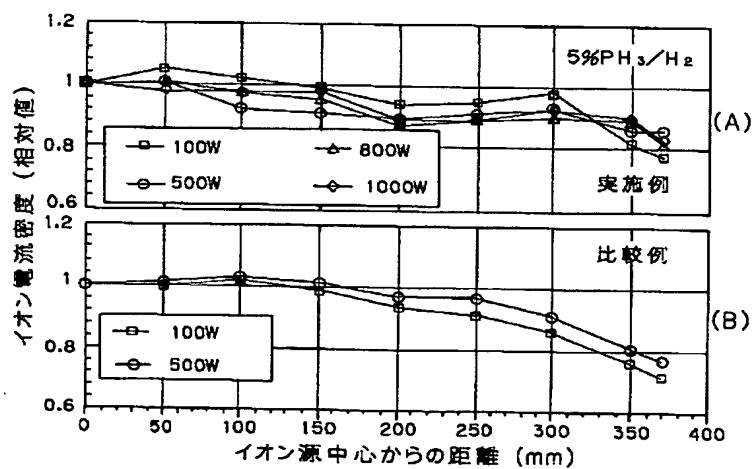
【図3】



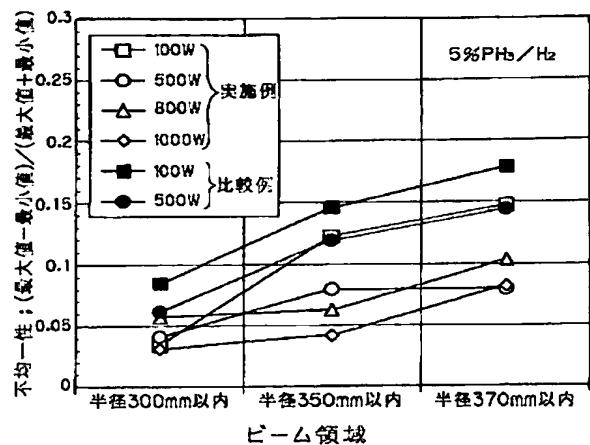
[図4]



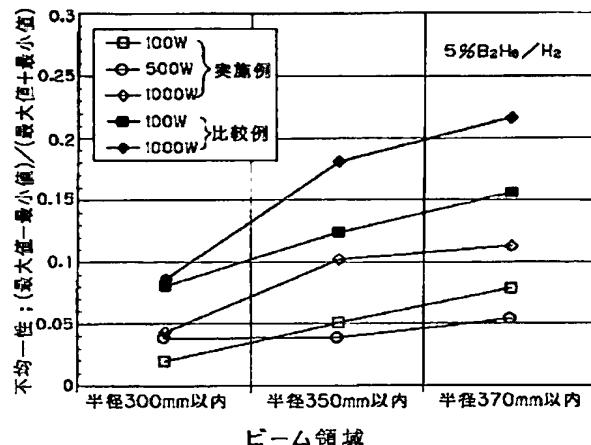
[図 5]



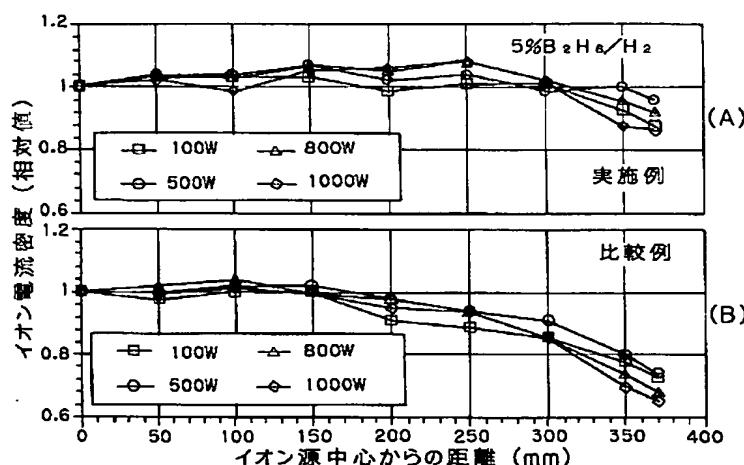
【図6】



【図8】



【図7】



【図9】

